O TWORZENIU SIĘ ZARODNIKÓW

W KOMÓRKACH DROŻDŻY.

PRZEZ

Dra. A. ZALEWSKIEGO.

(Z tablicą litografowaną).

Osobne odbicie z XIII. t. Rozpr. i Spr. Wydz. mat.-przyr. Akad. Umiej

W KRAKOWIE,
W DRUKARNI UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
pod zarządem Ignacego Stelcla
1885.

O tworzeniu się zarodników
W KOMÓRKACH DROŻDŻY.

Przez

Dra A. Zalewskiego.

(Tablica I.)

W roku 1869 opisał Rees [1]) zarodniki wewnętrzne drożdży, których odkryciem zbogacił nasze dotychczasowe wiadomości o tym i tak już z wielu względów ciekawym grzybie, wykazał bowiem, że obok jego zwyczajnego, powszechnie znanego, rozmnażania się przez pączkowanie, t. j. wypuszczanie, istnieje jeszcze rozmnażanie inne, przez zarodniki wewnątrzrodne, odpowiadające takimże zarodnikom innych grzybów, np. Ascomycetów.

W późniejszych swoich pracach Rees rozszérzał i uzupełniał opisy powstawania zarodników drożdży, rzeczywiście jednak tworzenia się ich nie zbadał dokładnie, jak również nie uczynili tego autorowie, jak: Cienkowski, Schumacher i inni, którzy już po Reesie zajmowali się tym samym przedmiotem. Opisy ich przemawiają w części za, w części przeciw twierdzeniom Reesa, a nawet ten ostatni autor sam w różnych swoich pracach odmiennie tłumaczy sposób pow-

---

[1]) *Zur Naturgeschichte der Bierhefe „Saccharomyces Cerevisiae"*, w *„Bot. Zeitung, 1869"* str. 105.

stawania zarodników wewnętrznych, raz twierdzi, że mają się one tworzyć na mocy swobodnego powstawania komórek, to znowu że powstają przez podział.

W ogóle przekonać się nie trudno, że ani Rees, ani inni powyżéj wymienieni badacze nie śledzili tworzenia się zarodników u drożdży nieprzerwanie na jednych i tych samych komórkach macierzystych, lecz że porównywali tylko w różnych odstępach czasu jedne z drugiemi i następnie z porównań tych zestawili swoje, rozumie się błędne opisy.

Z tego i innych powodów uważałem za rzecz nie zupełnie zbyteczną poszukiwania nad tworzeniem się zarodników u drożdży podjąć na nowo, témbardziéj że i de Bary, (u którego podówczas pracowałem) radził mi to samo i dostarczył mi ku temu zupełnie czystego materyjału drożdżaka winnego (*Saccharomyces ellipsoideus*). Obok wymienionego gatunku, którym zajmowałem się najdłużéj, badałem także *Saccharomyces apiculatus* i *Mycoderma Vini*.

Zanim przejdę do opisu moich własnych spostrzeżeń, wypada mi omówić wyniki badań moich poprzedników, a we właściwém miejscu przytoczyć ich własne pod tym względem słowa.

W piérwszéj swojéj pracy, zatytułowanéj na czele niniejszéj rozprawy [1]), powiada Rees mniéj więcéj co następuje: Na różnych roślinnych podścieliskach [2]) gotowanych i surowych, j. t. krążkach główek topinamburu, ziemniaków, kalarepy i t. p., na których autor urządzał hodowle, pączkowanie drożdży ustaje w znacznym stopniu w czwartym dniu po wysianiu, a zarazem spostrzedz można wtedy liczne, okrągłe komórki, pozbawione prawie zupełnie zawartości, leżące na przemian

---

[1]) Str. 113 i nast.

[2]) Wyraz ten odpowiada bez porównania lepiéj pojęciu rzeczy niżeli „podłoże“, które się bardzo dobrze nadaje na oznaczenie wyrazu „stroma“. Przytém podścielisko zyskało już obywatelstwo i w słownictwie lekarskiém.

z młodemi jeszcze bezpączkowemi, jajowatemi lub okrągłemi, wypełnionemi drobnoziarnistą, bogatą w wodniczki protoplazmą. W tych ostatnich zaczyna się, najczęściéj w piątym dniu hodowli, szczególna zmiana. Wodniczki giną zupełnie i komórkę drożdży wypełnia gruboziarnista piérwoszcz. Wkrótce występują w piérwoszczy 2—4 okrągławe wysepki, otaczające się w najkrótszym czasie bardzo cienką błonką. Tak powstałe 2—4 komórki potomne, otoczone jeszcze częściowo resztkami piérwoszczy przyściennéj, dotykają się wzajemnie i przylegają do ścianki komórki macierzystéj."

W ogóle Rees przyjmuje już w piérwszéj téj pracy, że zarodniki tworzą się tu na mocy swobodnego powstawania komórek i że takowe odbywa się tu zupełnie tak samo, jak u najprostszych Woreczniaków (*Ascomycetów*), szczególniéj jak u *Exoascus Pruni* i innych. Komórki macierzyste mają tu więc być rzeczywistémi woreczkami, a zarodniki w nich zawarte workozarodnikami (*Ascosporae*).

Tworzenie się zarodników następowało prawidłowo 6go dnia po wysianiu, a trwało dni przeszło 8.

W następnéj obszérniejszéj pracy [1]) opisuje Rees powstawanie zarodników u drożdży piwnych następującym sposobem: „Komórki nabrzmiewają widocznie z 8 do 9 mm. na 11 do 14 mikr. mil. w średnicy. Wielkie wodniczki znikły w nich, wszystka ich piérwoszcz wydaje się lekko-pienistą z powodu licznych maleńkich wodniczków i kropelek tłuszczu. Średnio w piątym i szóstym dniu odróżniają się w pienistéj piérwoszczy równocześnie dwa, trzy lub cztéry gęstsze jądra (za jądra nie można ich na pewno uważać), około których zbiéra

[1]) *Bot. Untersuchung über d. Alkoholgährungspilze.* 1870, str. 9.

się pozostała drobnoziarnista piérwoszcz". „W 12 do 24 godzin młode zarodniki pokrywają się cienką błonką."

Schumacher w pracy swojéj p. n. Przyczynki do morfologii i biologii drożdży [1]) zaprzecza jakoby piérwoszcz wyosobniała się około gęstych, poprzednio powstałych jąder i twierdzi, że bryłki jéj były zawsze równomiernie drobnoziarniste. Zresztą nic więcéj o powstawaniu zarodników u drożdży w pracy Schumachera nie znajdujemy.

W ustępie p. n.: *„Ueber die Alkoholgährungspilze der Weinhefe"* [2]) zamieścił Rees opis powstawania zarodników u drożdżaka winnego (*Saccharomyces ellipsoideus*). Z twierdzenia autora należałoby wnosić, że zarodniki tego grzyba tworzą się innym aniżeli u drożdżaka piwnego sposobem. Podług niego tworzą się one w licznych komórkach, (które w porównaniu z innémi troszkę się powiększyły) przez podział ich bezwodniczkowéj i ziarnistéj piérwoszczy na 2 do 4 okrągławych komórek potomnych. Każda z nich pokrywa się własną bezbarwną błonką. Piérwsze komórki wykształcają się zwykle zupełnie w siódmym lub ósmym dniu hodowli, lecz sprawa ta ma trwać wewnątrz innych komórek macierzystych często jeszcze przez 8 do 10 dni.

U *Mycoderma Vini Desm.* badał i opisał zarodniki wewnątrzrodne Cienkowski. [3]) Tworzenie się ich ma wynikać z mało pożywnéj cieczy, w któréj grzyb ten hodujemy, lub téż jeźli ją zamienimy na stałe podścielisko, jak na krążki marchwi, ziemniaków i t. p. Najpiękniejsze zarodniki otrzymywał Cienkowski umieściwszy w czy-

---

[1]) *Beiträge zur Morphol. und Biol. der Hefe,* w *„Sitzungsberichte d. K. Akad. d. Wissensch., Naturw. Cl. T. LXX. I Abth. 1874"*, str. 162.

[2]) W. *„Annalen d. Oenologie"*. T. II, zeszyt 2, 1871.

[3]) *Die Pilze d. Kammhaut* w *„Mélanges biol. tirés du Bulletin de l' Académie imper. de sc. de St. Petersbourg"*. T. VIII, str. 577.

stéj wodzie poprzednio dobrze odżywiane komórki *Mycoderma* i pozostawiwszy je nieprzykrytemi przez dłuższy czas. Powstawanie ich odbywa się podług niego nie na mocy swobodnego tworzenia się komórek, lecz przez podział całéj zawartości komórki macierzystéj. „W komórkach przygotowujących się do tworzenia zarodników wewnętrznych zawartość zgęszcza się a następnie dzieli na cztéry w jednym rzędzie leżące krążki, lub na tyleż klinowatych kawałków. (Tab. II, fig. 36 c. d. e.) Pod koniec kawałki te zaokrąglają się, pozostając nadal w największéj liczbie przypadków mocno z sobą połączonémi, a rzadko kiedy tylko leżą swobodnie obok siebie wewnątrz komórki macierzystéj". Rysunkami dołączonémi do swéj pracy Cienkowski stara się poprzeć swoje twierdzenie, o ile jednak posiada ono prawo bytu przekonamy się poniżéj.

Badania nad tworzeniem się zarodników u drożdży rozpocząłem w połowie Grudnia 1882 r., a przeciągnąłem je z małemi przerwami aż do końca Marca roku następnego. Do badań użytym został przedewszystkiém drożdżak winny, jako odznaczający się szczególniéj prędkiém wytwarzaniem zarodników, a więc do poszukiwań nad nimi dogodny.

Badania czyniłem używając układu immersyjnego L. 13 z oczną L. 3 drobnowidza Hartnacka. Wybrałem dlatego tak silne powiększenie, ażeby być w stanie zauważenia najmniejszych zmian zachodzących wewnątrz komórek macierzystych. Za to znów z innéj strony byłem narażony na znaczne niedogodności, pomijając silne rozpraszanie światła, konieczne przy tak silném powiększeniu, a które nie dozwalało mi prowadzić poszukiwań w dnie pochmurne, tak zresztą liczne w porze zimowéj.

Jak wiadomo drożdże posiadają znaczny stosunkowo ciężar właściwy, przez co utrzymywane w płynie opadają

zawsze na dno kropli lub naczynia; hodowane w kropli wiszącéj (sposób jedynie możliwy do czynienia dłuższych poszukiwań drobnowidzowych nad drożdżami) zbiérają się zawsze przy dolnéj, najbardziéj wypukłéj jéj powiérzchni, że jednak odległość ogniskowa silnych soczewek przedmiotowych jest bardzo mała, to zmuszony byłem z tego powodu urządzać hodowle w kroplach najcieniéj rozciągniętych, ażeby być w możności widzenia wszystkiego wyraźnie. Otóż kropelki te, mimo zamieszczenia ich w komorze wilgotnéj, najstaranniéj ciągle mokro utrzymywanéj, nawet podczas długiego, nieprzerwanego badania wysychały, jak się zdaje głównie dla tego, że obok kropli na szkiełku zbiérała się para wodna, pośród któréj następnie tworzyły się tu i owdzie delikatne dróżki, odprowadzające wodę z kropelki badanéj ku brzegom komory. Takim sposobem często w najważniejszych chwilach musiałem przerwać badanie i rozpoczynać na innéj hodowli na nowo, albowiem po odstawieniu piérwszéj na bok i po dodaniu do niéj wody, odszukanie badanych poprzednio komórek było niepodobném. To téż było główną przyczyną, że poszukiwania moje przeciągnęły się tak długo, w wygodniejszych bowiem warunkach można je było ukończyć w czasie o wiele krótszym.

Komórki drożdżaka winnego rozwijające się szybko i obficie w świéżo wyciśniętym soku winogronowym, lub w roztworze cukru gronowego, po przeniesieniu ich do kropli czystéj wody są wypełnione równomiernie bardzo drobno ziarnistą piérwoszczą, niezawiérającą zwykle żadnych wodniczków, lub téż są one z powodu silnego załamania światła, przechodzącego przez komórkę, trudne do spostrzeżenia. Takie świéże, zdrowe komórki zaczynają się już po upływie 24 godzin przysposabiać do wytwarzania zarodników w swojém wnętrzu.

Piérwszém znamieniem tego objawu jest że jasna, drobnoziarnista a silnie łamiąca światło protoplazma zaczyna w znacznym stopniu tracić tę ostatnią własność, przybiérając zarazem wygląd więcéj wyraźnie drobnoziarnisty i wydając w części zawartą w sobie ciecz do licznych, drobnych, powoli się zwiększających wodniczków. Liczba tych ostatnich wraz z wzrostem niektórych maleje stopniowo, lecz mimo to jednak całość wszystkich dotychczasowych wodniczków, razem wzięta, zajmuje małą tylko część wewnętrznéj objętości całéj komórki. Tymczasem przez wzajemne spływanie się z sobą wodniczki rosną coraz bardziéj, wypierając protoplazmę na bok i tworząc w pewnym okresie wieniec z siedmiu, sześciu i pięciu (w kolejném następstwie czasu) osobników złożony. Późniéj zjawiają się w komórce 4 już wielkie, na krzyż położone wodniczki przez długi dosyć czas niezmieniające ani swego położenia, ani wielkości. Teraz protoplazma ziarnista nic stanowi wiele więcéj nad połowę zawartości całéj komórki. Jest ona wyraźnie bardzo drobnoziarnista bez wszelkich miejsc jaśniejszych, ani ziarnek grubszych. Część jéj przyścienna zgęszcza się coraz mocniéj, środkowa rozwalnia się natomiast i cztéry wspomniane wodniczki spływają się w trzy, najczęściéj jednak w dwa, a na koniec w jeden wielki środek a zarazem większą część komórki wypełniający. Tych dopiéro co omówionych wodniczków nie można w żadnym razie uważać za zbiorniki czystego płynu, ale raczéj zupełnie jednolitego, bardzo rozwodnionego bezbarwnego pierwośluzu (hyjaloplazmy), tém bardziéj że w miejscu jego zetknięcia się z protoplazmą przyścienną nie istnieje bardzo wyraźna granica, owszem hyaloplazma zdaje się tu być znacznie gęstszą, niżeli w więcéj środkowych okolicach wodniczka i zdaje się zlekka przechodzić w tę ostatnią.

Takim sposobem wszystka protoplazma komórki skupiła się w jednę grubą, przyścienną warstwę; warstwa ta jednak nigdy nie jest wszędzie równomiernie grubą, lecz zwykle

w jedném miejscu bardziéj rozszérzoną, niż w drugiém. Teraz zgęszczanie się protoplazmy jest dosyć widoczném; grubość jéj znacznie się zmniejsza i niezadługo w miejscu największego jéj skupienia się można zauważyć lekkie przewężenie się od wewnątrz, które powoli wyraźniejszém się staje. Protoplazma (właściwie część jéj tylko [najświetlejsza]) przepoławia się w tém miejscu; połówki czasem rozchodzą się zlekka (w bruzdę między niemi powstałą wkracza wtedy część gęstszéj hyaloplazmy), zawsze jednak będąc ze sobą w związku przy ściance komórki. Są one dotąd zupełnie jednorodne, gęste, prawie jednolite, bez żadnych ziarn ani miejsc świetlejszych, któreby mogły przypominać jądro. Zdaje się że to ostatnie podczas dopiéro co opisanego objawu znajdowało się w stanie dzielenia, albowiem wkrótce potém, mianowicie gdy obie grudki piérwoszczy (jeżli poprzednio oddaliły się zlekka, to schodzą się napowrót) powiększą się, zaokrąglą nieco i mocniéj uwydatnią, spostrzedz w nich można po jednym punkcie ciemniejszym, niejasnym, niewyraźnie zarysowanym, któreto punkta zdają się wskazywać na zaczątki skupiających się jąder, a właściwiéj jąderek, jak to się przekonamy poniżéj w części omawiającéj te ostatnie więcéj szczegółowo.

Grudki gęstnieją coraz bardziéj, powiększają się na koszt sąsiedniéj protoplazmy, zaokrąglają powoli całkowicie i otrzymują nakoniec zupełnie wyraźne zarysy. Teraz i wspomniane powyżéj ciemniejsze miejsca uwydatniły się jako okrągłe, gęste, świetlejsze od pozostałéj istoty młodych zarodników jąderka. Pokazują się one jako takie zwykle jeszcze w bardzo wczesnych stanach rozwoju zarodników, czasami jednak w sporych już zarodnikach nie są widzialne; w zarodnikach dojrzałych bez środków barwiących nie widać ich nigdy. Wzrost młodych zarodników postępuje odtąd szybko przez mocniejszy dopływ przyściennéj protoplazmy, a potém

na koszt rzadkiéj, jednolitéj, wnętrze komórki wypełniającéj hyaloplazmy, gdy już wszystka przyścienna protoplazma spotrzebowaną zostanie.

O ile wnosić należałoby z wyglądu wiérzchniéj warstwy młodziutkich zarodników, z jéj znacznéj gęstości i wyraźnych zarysów, trudno byłoby nam przypuścić, że tworzą się one przez stopniowe osadzanie się protoplazmy na ich powiérzchni, owszem wypadałoby raczéj sądzić, że rozrastają się od wewnątrz, przyjmując otaczającą piérwoszcz sposobem międzycząsteczkowym (przez intussuscepcyję). Ten ostatni pogląd jest jednak mylny. Tylko powolne i w bardzo maleńkich ilościach odbywające się opadanie protoplazmy i hyaloplazmy na młody zarodnik stoi tu na przeszkodzie ściślejszemu i widoczniejszemu sprawdzeniu zjawiska wzrostu przez osadzanie się.

Błonką otaczają się młode zarodniki dopiéro wtenczas, kiedy już dosięgną właściwéj swéj wielkości i gdy wypełnią całe niemal wnętrze komórki macierzystéj, któréj ścianka w następstwie mocno się zacieśnia. Ścianka zarodników grubieje późniéj znacznie.

Powstawanie cztérech zarodników wewnątrz komórki macierzystéj drożdżaka winnego odbywa się zupełnie takim samym sposobem jak dopiéro co opisanych dwóch, z tą tylko różnicą, że zamiast dwóch, jak to poprzednio miało miejsce grudek (wysepek) piérwociowych, założonémi bywają jednocześnie cztéry, leżące zwykle wszystkie obok siebie, jednakże zdarza się czasami, że dwie grudki powstają ściśle obok siebie z jednéj, a dwie drugie z drugiéj strony, lub z drugiego końca (uważając na oś dłuższą) komórki. Dalszy ich rozwój nie różni się w niczém od powyżéj opisanego.

Podziału dwóch piérwotnie założonych grudek piérwoci na dwie części nie dostrzegłem nigdy, tam gdzie początkowo były dwie, te pozostawały i nadal, zamieniając się stopniowo w zarodniki.

Zdarza się często, że wewnątrz komórki macierzystéj obok rozwijających się prawidłowo dwóch lub cztérech zarodników występuje w piérwoci przyściennéj jedna lub więcéj maleńkich, okrągłych grudek, odznaczających się zbitością i jasnością, równym wspomnianym jąderkom młodych zarodników. Te grudki nie zmieniają się jednak wcale, lecz pozostają nadal obok dojrzałych zarodników, dzieląc razem z nimi swoje przyszłe losy.

Jak już powyżéj wspomniano, komórki macierzyste zaczynają się przysposabiać do wytwarzania zarodników w swojém wnętrzu we 20—24 godzin od czasu przeniesienia ich z pożywnego płynu do kropli czystéj wody.

Stan wodniczkowy aż do piérwszego odróżniania się grudek i ukazania się w nich ciemniejszych punktów trwa zwykle od 15 do 20 godzin. Zupełne zaokrąglenie się, zgęstnienie, a zarazem i wyjaśnienie się grudek następuje w 4 do 6 godzin po zjawisku poprzedzającém; nakoniec od ostatniéj chwili aż do dosięgnięcia przez zarodniki wielkości wła, ściwéj i otoczenia się ich cienką błonką upływa najmniéj godzin 24, często jednak dwa i trzy dni.

Po pięciu dniach hodowli ustawały wszelkie objawy tworzenia się nowych młodych zarodników w komórkach, w których to jeszcze nie miało miejsca; komórki te nie zmieniały się więcéj i obumiérały.

Nie należy sądzić, że powszechnie tylko największe komórki drożdży, jak mniema Rees, wytwarzają w sobie zarodniki, wielkość niewielką gra tu rolę; w moich hodowlach tworzyły się te ostatnie tak dobrze w średnich, wielkich, jak i w małych komórkach.

Nie zauważyłem także nigdy żadnego nabrzmiéwania komórek macierzystych podczas opisywanych tu objawów, jak to podaje Rees przy drożdżaku piwnym.

Jak widzimy ze wszystkiego cośmy wyżéj powiedzieli, to mniemanie o tworzeniu się zarodników u drożdży przez podział zawartości komórki macierzystéj na kilka części stanowczo wykluczyć należy. Powstają one na mocy prawa swobodnego powstawania komórek, nie takim jednak sposobem jak to opisuje Rees, a także nie zupełnie tak samo, jak to ma miejsce u woreczniaków (*Ascomycetes*), w których zresztą, pomimo odpowiednich prac de Barego i Strasburgera, sposób powstawania zarodników nie jest jeszcze dokładnie zbadanym, lecz pozostawia jeszcze wiele do życzenia. [1])

Jądro w dojrzałych komórkach drożdżaka nie jest widzialném bez użycia silnych środków barwiących. Piérwszym który odkrył jądro u naszego grzyba był Schmitz [2]). Spostrzegł on je barwiąc komórki drożdży hematoksyliną. Schmitz nie podaje jednak odpowiedniego rysunku, ani téż mówi wyraźnie o postaci i wielkości jądra, z czego wnosić można, że albo przyjął za jądro jednę z gęstszych grudek protoplazmy (które się tworzą w komórce przy jéj zabijaniu), mocniéj nasycających się barwnikiem, albo téż wziął za jądro jąderko.

Wkrótce po ukazaniu się rozprawy Schmitza dał mi Strasburger (u którego podówczas pracowałem) pomiędzy innémi jednokomórkowémi grzybami i wodorostami, u których poszukiwałem jądra, także i drożdże piwne dla sprawdzenia uczynionego przez Schmitza spostrzeżenia.

---

[1]) Jeszcze w przeszłym roku miałem zamiar zbadać bliżéj tworzenie się zarodników u Ascomycetów, ażeby stosowny opis dołączyć do niniejszéj rozprawy, lecz brak odpowiedniego materyjału nie dozwolił mi tego urzeczywistnić, i tak obecnie omawiam tu tylko rodzaj *Saccharomyces* i *Mycoderma*, obiecując sobie uczynić to samo w niedalekiéj przyszłości i z woreczniakami.

[2]) W *„Stzbr. d. niederrh. Ges.“ Sitzung v. 4 Aug. 1879.*

Pomimo starannego poszukiwania nie mogłem jednak ani ja, ani Strasburger [1]) udowodnić istnienia jądra u drożdży, dopiéro w zimie z r. $18^{82}/_{83}$ przy badaniach nad powstawaniem zarodników, przekonałem się, że nie jestto wcale tak trudném, jak się poprzednio zdawało. Komórki większe i średniéj wielkości *Saccharomyces ellipsoideus* po przeniesieniu w czystą wodę i po przetrzymaniu ich tamże następnie przez kilka godzin nadają się najlepiéj do badań nad jądrem; komórki żywo pączkujące nie są do tego dogodne, zapewne dla tego, że w czasie ich pączkowania jądro znajduje się w stanie podziału.

Komórki mocno ubarwione hematoksyliną, a następnie odbarwione w pewnym stopniu roztworem ałunowym, okazują jądro stosunkowo bardzo wyraźnie i pięknie. Ma ono prawidłowo-elipsowatą postać, utworzone z istoty daleko gęstszéj niż otaczająca protoplazma, zupełnie jednorodne z małém, jeszcze gęstszém, w samém środku umieszczoném jąderkiem. Średnica jądra równa się $^1/_4$ — $^1/_3$ średnicy całéj komórki. Jąderko stosunkowo do wielkości jądra jest znacznie mniejsze. Barwi się ono daleko silniéj niżeli jądro. Ciekawém jest także rozmieszczenie protoplazmy w komórce. Jéj warstwa stykająca się bezpośrednio z jądrem jest najgęstszą, dalsze stopniowo rzadsze, a warstwa przyścienna najrzadsza. Natężenie zabarwienia za pomocą hematoksyliny odpowiada w zupełności gęstości odpowiednich warstw.

Komórki, które przeleżały cały dzień w czystéj wodzie, a zatém zaczęły się już przygotowywać do wytwarzania zarodników z rzadka tylko bardzo pokazują jądro po ubarwieniu. Musi się ono teraz zapewne znajdować w stanie dzielenia się, gdyż powstałe po ubarwieniu w wielu komórkach różne, zwykle mało wyraźne postacie, zdają się niejako przy-

---

[1]) Patrz Strasburger: *Zellbildung und Zelltheilung*, 3 *Aufl. 1880*, str. 372.

pominać jądro w stanie podziału, jakie widzieć można u niektórych niższych wodorostów, a nawet czasami i u Ramienicy (*Chara*). Kilka rysunków tych obrazów dołączam do niniejszéj rozprawy, nie wdając się w szczegółowe ich opisy, które i tak byłyby zbytecznémi, nadmienić muszę, że nie chcę bynajmniéj twierdzić na pewno, jakoby wyobrażone na tych rysunkach postacie miały rzeczywiście przedstawiać dzielące się jądra. W dojrzałych zarodnikach udowodnienie istnienia jąder tak samo nie przedstawia wielkich trudności jak i w nienaruszonych komórkach macierzystych. Jądro posiada tu średnicę równą $1/3$ do $2/5$ średnicy całego zarodnika, nie licząc jego błony. Jąderka są w nich także bardzo wyraźne.

Hoppe-Seyler i Kössel otrzymali z drożdży, jak wiadomo, dosyć znaczne ilości nukleiny, co nie powinno być obecnie tak uderzającém, kiedy wiemy jak wielką stosunkowo przestrzeń zajmuje jądro w komórce drożdży, a témbardziéj nie potrzebujemy również przypuszczać, że nukleina ta jest równomiernie w protoplazmie komórkowéj rozdzieloną, kiedy raczéj może być ograniczoną do samego tylko jądra. Drogą mikro-chemiczną nie można tego jednak udowodnić, gdyż po odbarwieniu komórki jądro staje się niewidzialném.

Komórka wzrostowa *Mycoderma Vini* posiada w części zupełnie inny wygląd jak komórka drożdży, pomijając bowiem inną jéj postać, jest ona tylko w części wypełniona drobnoziarnistą protoplazmą, drugą jéj część zajmuje jeden wielki lub dwa wodniczki. W każdéj komórce widać (bez użycia środków barwiących) maleńkie, gęste, błyszczące a silnie światło łamiące jądro. Na piérwszy rzut oka wydaje się ono być kroplą tłuszczu, że tak jednak nie jest przekonywa dodanie kwasu osmowego. Jądro to zmienia w pewnych dość krótkich odstępach czasu swoje położenie w komórce; raz leży w jéj środku, to na prawo, to na lewo, to

znów w jednym, to w drugim końcu. Śledząc kierunek jego przenoszenia się z miejsca na miejsce można mieć wyobrażenie o ruchach protoplazmy w komórce.

Tworzenie się zarodników odbywa się takim samym sposobem jak u drożdży, z tym tylko wyjątkiem, że tu protoplazma zbiera się przy łatwo spostrzegalnych, jaśniejszych punktach, t. j. rzeczywistych jądrach.

Jądro pierwotne niknie zwyczajnie w szóstym lub siódmym dniu hodowli, poczém po niejakim czasie na jego miejscu okazują się dwa podobne, znacznie od siebie oddalone. Jądra te albo już nie zmieniają się nadal, lecz dają zaraz początek młodym zarodnikom, lub téż giną po niejakim czasie, a na ich miejscu występują cztéry inne, po dwa w niewielkiéj odległości od siebie leżące. Częstokroć tylko jedno z drugorzędnych jąder niknie, drugie zaś zostaje niezmienioném, wtakim razie obok trzech tak powstałych jąder założonémi bywają również trzy zarodniki.

Te ostatnie mają najczęściéj jednakowe położenie w komórce, leżą rzędem jeden za drugim wzdłuż głównéj jéj osi. W ogóle założenie zarodników u *Mycoderma Vini* ma znacznie więcéj podobieństwa do tegoż objawu u workowniaków, aniżeli *Saccharomyces*.

Twierdzenie Cienkowskiego, że zarodniki u *Mycoderma Vini* powstają przez podział zawartości komórkowéj na cztéry części, jest zatém, jak z powyższego opisu wypada, mylném.

Tworzenie się zarodników u *Mycoderma Vini* następuje zawsze po daleko dłuższym czasie, niż u *Saccharomyces ellipsoideus*, przygotowują się one do téj czynności nie prędzéj, jak w sześć lub siedm dni po przeniesieniu ich w czystą wodę; może być z tego głównie powodu, że one i tak są przystosowane do cieczy mało pożywnych, przeniesienie więc do czystéj wody nie wywiera na nie odrazu zbyt ważnego

wpływu. Od swego założenia aż do zupełnego wykształcenia potrzebują zarodniki zwykle około dwóch dni czasu.

Wiadomo że Rees opierając się na wewnętrznych zarodnikach drożdżaków i upatrując w tém znamię prawdziwych *Ascomycetów*, nie powstrzymał się, ażeby ich komórek macierzystych nie uważać za woreczki (*asci*) a samych zarodników za workozarodniki (*ascosporae*). Podług jego zapatrywania *Saccharomyces* jest *Ascomycetem* z nagiémi woreczkami, a jego miejsce w układnictwie powinno być obok *Exoascus* (*Taphrina*) i obok gatunku żyjącego jako pasorzyt na *Agaricus melleus*, z którémi posiada największe podobieństwa w objawie tworzenia się zarodników. Lecz same wnętrzozarodniki, jak i sposób ich tworzenia się nie są dostatecznym dowodem, ażeby tak prosty grzyb, jakim jest *Saccharomyces*, można było uważać za *Ascomycet*, tu zwyczajna wzrostowa (wegetatywna) komórka przemienia się w zarodnisko, będąc przeniesioną ze sprzyjających jéj rozwojowi warunków w warunki wręcz przeciwne, w których albo bardzo słabo, albo wcale daléj rozwijać się nie może, i dla tego, ażeby nie obumrzeć, lecz przetrwać do przyjaźniejszych okoliczności, wytwarza w swém wnętrzu komórki drugorzędne, tęższą stosunkowo pokryte błoną, a które jako już w nowych warunkach powstałe będą wytrzymalszemi czy to na brak zupełny pożywienia, czy téż nawet wilgoci. Że tak jest a nie inaczéj, przekonywają także i spostrzeżenia van Tieghema, który spostrzegł zarodniki drugorzędne wewnątrz zwyczajnych zarodników u *Phycomyces-nitens*, tworzące się przedewszystkiém wtenczas, jeżli kiełkowanie ostatnich nie może mieć miejsca z powodu zbytecznego rozmnożenia się w płynie bakteryj i innych niższych ustrojów. To samo zjawisko co van Tieghem u *Phycomyces-nitens*, widziałem i ja w zarodnikach kilku nieokreślonych bliżéj strzę-

piaków (*Hyphomycetes*). Kilka razy miałem także sposobność widzieć u *Oidium lactis* wewnątrz dosyć długich nitek ośm do szesnastu kulistych lub elipsowatych zarodników. Rzadkość, z jaką one występują, nie dozwoliła mi zbadać sposobu ich powstawania.

Van Tieghem przypisuje wprawdzie i tworzenie się zarodników u *Saccharomyces* téj samej okoliczności co u *Phycomyces nitens*, co się jednak tyczy bakteryj i innych niższych ustrojów, to podniecający wpływ ich na komórki drożdży powinien być zupełnie w nauce odrzuconym; posiadałem bowiem hodowle bez najmniejszego śladu wspomnianych istot, a tworzenie się zarodników było jednak w całéj sile. Jedynym więc powodem tego objawu był niedostatek pożywienia.

Natomiast w hodowlach, w których bakteryje były silnie rozmnożone, uważałem zawsze zastój i ubóstwo w rozwoju zarodników drożdży. Największa część komórek obumierała.

Co się tyczy zresztą zaliczania drożdży do workowców, to nie mam zamiaru zapuszczać się w dłuższe rozprawy nad tém pytaniem, muszę jednak zaznaczyć swoje zapatrywanie pod tym względem, a mianowicie, jeżelibyśmy uważali tylko na istnienie zarodników wewnętrznych i na sposób ich powstawania, jak to czyni Rees, a natomiast nie starali się odszukać innych donioślejszych pewników, to w równém bylibyśmy prawie zaliczyć do *ascomycetów* nietylko drożdże, ale i bakteryje, bo przecież i one posiadają zarodniki wewnątrzrodne, które jak nigdzie indziéj odznaczają się wielką trwałością: mogą przetrwać długi czas wszelką suszę, znaczne zimno, gorąco i t. p.

Kraków, w Czerwcu 1884 r.

Objaśnienie figur.

(Tablica I).

Powiększenie wszystkich około 1 tysiąca (1000). Wypadałoby wprawdzie 1170 (Hartnacka układ immersyjny 13 i oczna 3), że jednak rysowane są od oka, przeto ściśléj liczby powiększenia udzielić nie mogę.

1—40. *Saccharomyces ellipsoideus*, Rees.

Fig. 1—6. Stan wodniczkowy różnych komórek drożdży, na krótki czas przed zaczęciem wytwarzania zarodników. 4—5—6—3 stany wcześniéjsze, 1—2 stany późniéjsze.

„ 7—8. Powstawanie dwóch zarodników. Pomiędzy 7 i 8 upłynęło 18 godzin czasu.

„ 9—10. Toż samo w innych komórkach; różnica w czasie ta sama.

„ 11—12. Stan wodniczkowy; pomiędzy 11 a 12 upłynęło niemal 24 godzin. Zdarzenie zresztą dosyć rzadkie, że liczba wodniczków zamiast zmniejszyć się, powiększyła się.

„ 13—15. Powstawanie dwóch zarodników. Fig. 14 starsza od 13 o 6 godzin, 15 od 14 o godzin 18.

„ 16—17. Pomiędzy jednym a drugim upłynęło 24 godzin.

„ 18—19. 18 początkowe założenie dwóch zarodników, warstwa przyścienna protoplazmy dosyć jeszcze gruba, w niéj w jedném miejscu widać jasne ziarno, które jednak znikło następnie. 19 zarodniki już spore, zupełnie

okrągłe, z wyraźnemi, jaśniejszemi jąderkami. Pomiędzy 19 a 18 upłynęło 23 godzin.

Fig. 20. Komórka z jednym dużym i trzema małémi wodniczkami, które się następnie z większym w jedno spłynęły.

„ 21. Taż sama komórka po upływie 3 godzin; w dolnéj stronie komórki protoplazma zaczyna się zbijać w dwa zarodniki, przedzielone jednak rzadszą protoplazmą, która tu coraz silniéj napływać poczyna.

„ 22. Taż sama komórka w 3 godziny późniéj, z wyraźniéj już zaznaczonémi zarodnikami; w tych ostatnich spostrzedz się dają ciemniejsze, niewyraźne punkta.

„ 23. Taż sama w 18 godzin późniéj. Zarodniki zupełnie kuliste, wyraźne, z jaśniejszémi punktami (jąderkami).

„ 24. Taż sama po upływie 5 godzin: jąderka w środku trudne do spostrzeżenia.

F. 25—27. Inna komórka. Wytwarzanie się dwóch zarodników. Pomiędzy stanem wyobrażonym na fig. 25 a 26 upłynęło 6 godzin, pomiędzy 26 a 27 tyleż.

„ 28—30. Powstawanie cztérech zarodników: na 28 widać skupiającą się protoplazmę na jednéj stronie komórki, na 29 widać już odróżnione cztéry młode zarodniki, na 30 też same przy nieco odmienném położeniu komórki odrysowane. Przestrzeń czasu pomiędzy piérwszém a drugiém = 4 godzinom.

Fig. 31. Taż sama komórka po upływie 10 godzin.

„ 32. Również ta sama komórka po upływie 24 godzin. Zarodniki wypełniają już wnętrze całéj komórki macierzystéj, lecz pokryte są jeszcze bardzo cienką błoną.

„ 33. Inna komórka, z założeniem cztérech młodych zarodników.

„ 34. Podobnaż, lecz zarodniki założonémi tu zostały po dwa w dwóch przeciwległych końcach komórki macierzystéj.

„ 35. Świéża komórka drożdży winnych, po przeleżeniu kilka godzin w czystéj wodzie, a następnie po ubarwieniu hematoksyliną i lekkiém odbarwieniu roztwo-

rem ałunu, odrysowana dla pokazania jądra, jąderka i różnéj gęstości warstw protoplazmy.

Fig. 36. Komórka macierzysta z cztéréma dojrzałémi zarodnikami, (czwarty leży pod spodem, dlatego niewidzialny) po podobném jak poprzednia postępowaniu: w każdym zarodniku widać wyraźne jądro z zawartém w niém jąderkiem.

F. 37—40. Komórki różne, z założeniami młodych zarodników po ubarwieniu hematoksyliną, a następnie lekkiém odbarwieniu ich roztworem ałunu. W komórkach tych spostrzegać się dają obrazy, przypominające dzielenie się jądra przez przewężanie, czyli to jest jednak rzeczywiście dzieleniem się jąder, rozstrzygnąć nie podobna. 39 i 40 przedstawia jednę i tę samę komórkę. 39 przy głębszém nastawieniu drobnowidza, 40 przy mniéj głębokiém.

41—42. *Mycoderma Vini*, Desm.

Fig. 41. Kilka komórek, dla pokazania zawartych w nich małych, jasnych jąder (jąderek?).

„ 42. Założenie cztérech młodych zarodników około takiéjże liczby jasnych jąder.